

## ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ГИРОСКОПА ДЛЯ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ ФОТО И ВИДЕОКАМЕРЫ

<sup>1</sup>Басарин Е.В., <sup>1</sup>Пономарев Н.Н.

<sup>1</sup> ФГАОУ ВПО Уральский Федеральный университет имени первого президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия (620002 Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19), e-mail: [borodann@front.ru](mailto:borodann@front.ru)

**Аннотация:** В настоящее время значительно возрос интерес к задаче гиросtabilизации малогабаритных объектов, например, фото и видеокамер. В данной работе, на основе современных электронных компонентов, представлен вариант проекта системы стабилизации с использованием следующих критериев: оптимизация стоимости и простота проекта, обеспечения простой настройки системы и широкой области применения. Механическая конструкция подвеса содержит бесколлекторные двигатели для управления камерой по крену и тангажу. В качестве управляющего микроконтроллера использован 8-разрядный МК Atmega328p. Управления формируются на основе ПИД регулятора и широтно-импульсной модуляции. Данная система стабилизации путем отладки была доведена до работоспособного состояния, что подтвердило правильность выбора стратегии проекта.

Ключевые слова: фото видеокамера, гироскоп, акселерометр, MEMS – технологии, подвес, управляющий МК Atmega 328p, ПИД – регулятор, ШИМ – модуляция, фильтрация.

## APPLICATION OF ELECTRONIC SYSTEM FOR GYROSTABILIZATION CAMERAS AND CAMCORDERS

<sup>1</sup>Basarin E.V., <sup>1</sup>Ponomarev N.N.

<sup>1</sup> Federal public educational institution of higher education Ural federal university named after the first president of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia (620002 Russia, Yekaterinburg, street Mira, 19), e-mail: [borodann@front.ru](mailto:borodann@front.ru)

**Abstract:** At the present time greatly increased interest in the problem gyrostabilization small objects, such as photo and video cameras. In this paper, based on advanced electronic components, presented draft stabilization system using the following criteria: cost optimization and ease of the project, providing a simple system configuration and the wide range of applications. The mechanical design of the suspension contains brushless motors to control the camera roll and pitch. As control of the microcontroller used 8-bit MC Atmega328p. Controls are formed on the basis of the PID controller and pulse width modulation. This stabilization system by fixing was brought to the operating condition, which confirmed the correctness of the choice of the project strategy.

Key words: photo video camera, gyroscope, accelerometer, MEMS – technology, suspension, managing MK Atmega 328p, PID – controller, PWM – modulation, filtering.

## Введение

В связи с развитием электронных технологий, существенно изменились подходы к решению задач гиросtabilизации малогабаритных объектов. Целью данной работы, является разработка системы стабилизации с минимальной стоимостью, относительно простым проектированием и эксплуатацией, достаточно высокой надежностью. Разрабатываемая система может использоваться устанавливаться на различные движущиеся транспортные средства и поможет применять дальнoфокусные объективы. В проекте рассматривается камера фото и видео съемки - компактный фотоаппарат Sony Alpha NEX-5n, имеющий вес 540 г и размеры 120 x 70 x 90 мм. На рис. 1. показаны 2 оси которые необходимо контролировать:

- тангаж (Pitch);
- крен (Rolling).

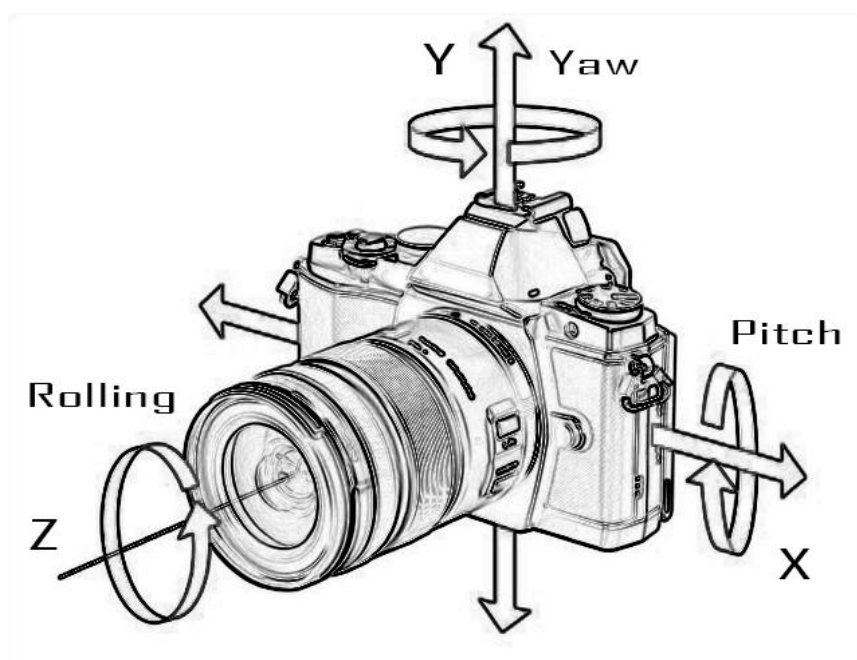
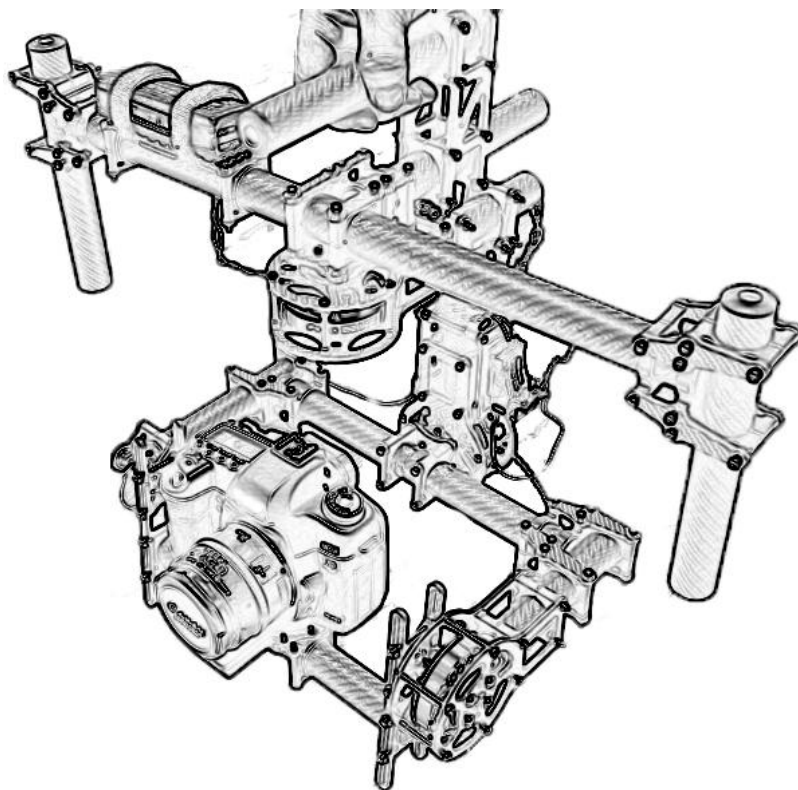


Рис. 1. Объект стабилизации.

В качестве механической конструкции камеры и физического воздействия на нее был применен подвес на бесколлекторных электродвигателях, внешний вид которого изображен на рис. 2.

Для измерения углов поворота используется микросхема LSM330DL в корпусе LGA24 фирмы STMicroelectronics [1]. Данный мультисенсорный модуль, имеющий шесть степеней свободы способен измерять ускорение до 16 G и угловую скорость до 2 000°/с вдоль осей рыскания, тангажа и крена. Модуль выполнен на основе MEMS технологии [1] и содержит конечный автомат – программируемая машина состояний на 32 шага. Встроенный буфер позволяет хранить 32 16-ти битных значения по каждой из осей (X, Y, Z) для последующей обработки микроконтроллером. В качестве вычислителя применен 8-ми разрядный МК фирмы Atmel Atmega328p [2] . Для усиления ШИМ сигнала применена микросхема L6234D фирмы STMicroelectronics. Для преобразования электрических управляющих сигналов в механическое воздействие применен бесколлекторный двигатель GBM4008 Turnigy.

Для обмена данными с МК применена микросхема CP2102, представляющей из себя адаптер RS232 для последовательной универсальной шины (USB to UART). Компьютер распознает данную микросхему как COM-порт, необходимо только установить драйвера. На рис. 3 представлена функциональная схема системы стабилизации.



**Рис. 2. Механическая часть системы стабилизации**

Узел питания обеспечивает постоянным напряжением 3 В и 5 В все узлы схемы. Цифровой датчик производит замер отклонения камеры, формирует сигнал и затем передает данные на МК. Микроконтроллер производит обработку полученной информации от углового датчика и подает команды на драйвера бесколлекторных моторов, которые усиливают ШИМ сигнал и подают на бесколлекторные электродвигатели. Последний преобразует электрические сигналы в механическое воздействие на камеру. Для формирования сигналов ШИМ задействованы шесть таймеров микроконтроллера, что дает возможность системе таймер/счетчик работать независимо от процессора. Для запуска процесса достаточно провести инициализацию таймер/счетчика - занести необходимые значения в регистры используемые таймер/счетчиком.

В данном проекте для снижения затрат, используются полностью бесплатные и условно бесплатные для не коммерческого применения средства разработки. Для написания кода МК используется язык C, а для написания программы монитора отображения данных на ПК используется объектно-ориентированный язык. Некоторые модули программного кода позаимствованы из открытого проекта "MultiWii" [3]. Родным компилятором для МК под ОС Windows7 является Atmel Studio фирмы Atmel. Он известен как инструмент работы на языке C/C++ и Assembler [4]. Для фильтрации данных используется простейший алгоритм скользящего среднего. Даже если объект находится в покое, на него может действовать

вибрация от двигателей или других внешних воздействий. Подобная вибрация показана на рис. 4.

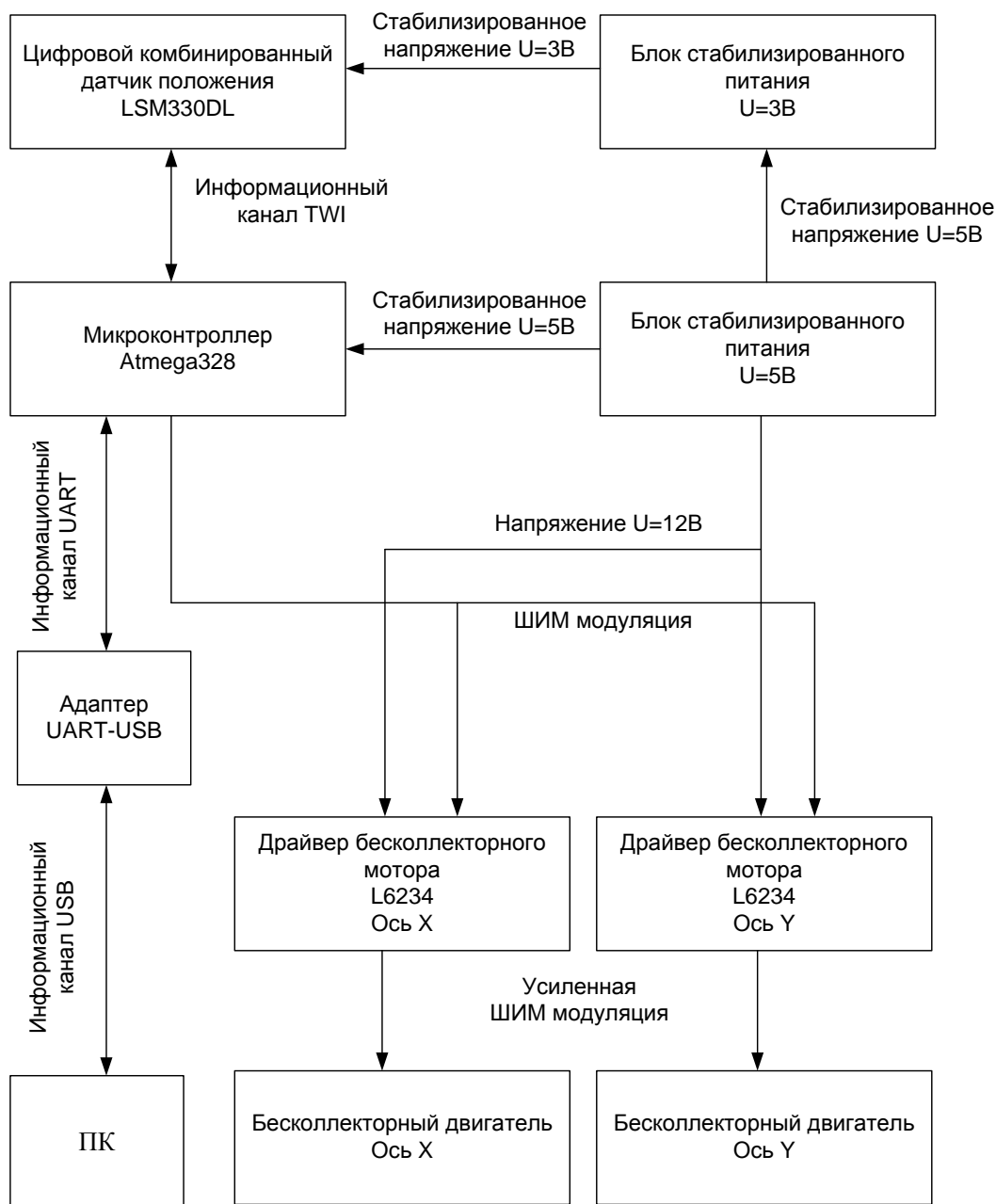


Рис. 3. Функциональная схема системы

Фильтрация значительно подавляет влияние вибрации и прочие сильные скачки, вызванные кратковременным воздействием, что подтверждается правой частью графика рис. 4. Для определения положения в пространстве используются показания гироскопа и акселерометра, которые с помощью простейших преобразований позволяют определить вычислить угол отклонения акселерометра от горизонтального положения [5].

Управляющее воздействие формируется программно с помощью ПИД – регулятора, настройка которого осуществляется вручную. Контроллер получает информацию с датчика угла, затем вычитает измеренный и обработанный угол от заданного из заданного с помощью оцифрованного значения внешнего потенциометра для вычисления ошибки. Пример настройки ПИД регулятора показан на рис. 5.

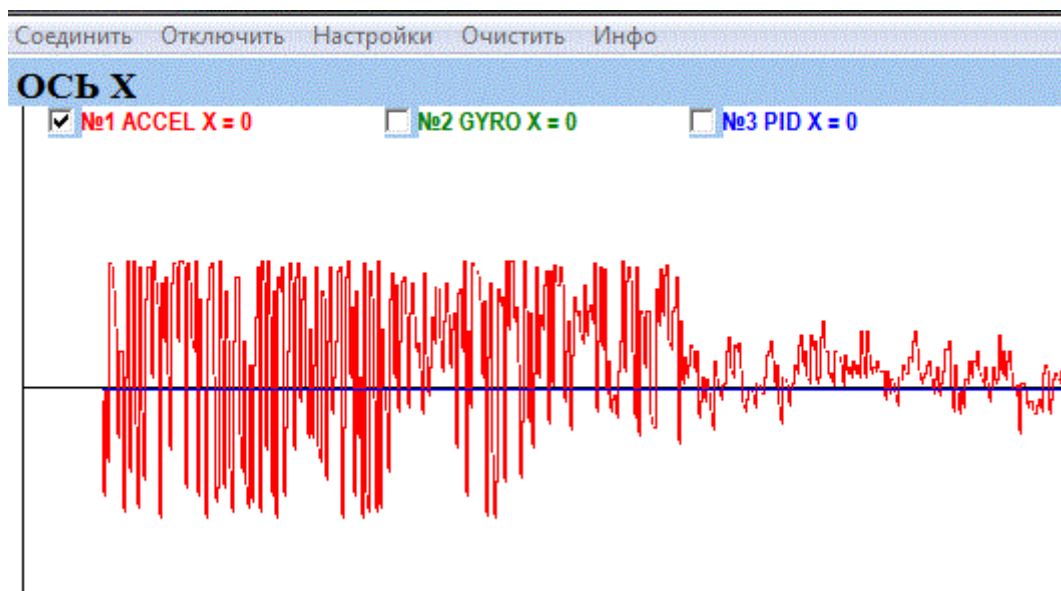


Рис. 4. Пример использования фильтрации

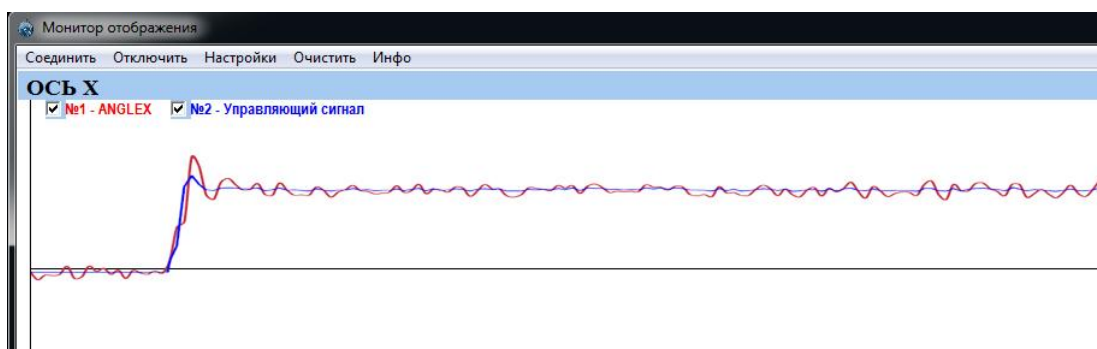


Рис. 5. ПИД регулирование

Данная система стабилизации путем отладки была доведена до работоспособного состояния, что подтверждает правильность выбора электронных компонентов и схемотехнического решения. В ходе проектирования и доводки системы выявились возможности дальнейшего развития проекта. Перечислим их в кратком виде:

- оптимизация программного кода с использованием адресов переменных;
- применение более сложных алгоритмов фильтрации, например, фильтра Калмана [6];
- добавление алгоритма автоматического просчета и нахождения оптимальных настроек ПИД регулятора;
- применение 32-х разрядных микроконтроллеров;
- добавление устройства передачи информации по беспроводному интерфейсу Bluetooth;
- добавление различных режимов работы.

#### Список литературы

1. Техническая документация микросхемы LSM330DL.[электронный ресурс] – URL: <http://www.st.com/>
2. Техническая документация микросхемы Atmega328p. [электронный ресурс] – URL: <http://www.atmel.com/>

3. Система Автопилота. Открытая лицензия. [электронный ресурс] – URL: <http://www.multiwii.com/>
4. Прокопенко В.С. Программирование МК на языке С.-М. : "МК-Пресс", 2012, 308с.
5. Пельпор Д. С. Гироскопические системы. Ч. 2. Гироскопические приборы и системы. 2-е изд. – М.: Высшая школа, 1988. 424 с.
6. Maybeck P.S. Stochastic models, estimation, and control. Vol.1, ACADEMIC PRESS, New York, 1979.

### **References**

1. The technical documentation chip LSM330DL. [electronic resource] – URL: <http://www.st.com/>
2. Technical documentation chip Atmega328p. [electronic resource] – URL: <http://www.atmel.com/>
3. The autopilot system. Open License. [electronic resource] – URL: <http://www.multiwii.com/>
4. Prokopenko V.S. MC Programming in C.-M. : "МК-Press," 2012, 308с.
5. Pelpor D.S. Gyroscopic system. Part 2. The gyroscopic devices and systems. 2nd ed. – М.: Higher School, 1988. 424 pp.
6. Maybeck P.S. Stochastic models, estimation, and control. Vol.1, ACADEMIC PRESS, New York, 1979.